

ООО «Научно-производственный инженерный центр «Качество»

ОКП 427610

УДК 620.179.16

СОГЛАСОВАНО
Директор
ООО «НПИЦ «Качество»


О.И. Шаврин
М.П.
« 25 » 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»

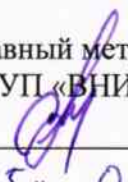

Н.П. Муравская
М.П.
« 25 » 02 2015 г.

Структуроскопы электромагнитно-акустические СЭМА

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ СЭМА.4276.14.001.ИЗ

ГР 61957-15

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


С.Н. Негода
« 25 » 02 2015 г.

Содержание

Содержание	2
1 Область применения	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки.....	3
4 Требования к квалификации поверителей	4
5 Требования безопасности	4
6 Условия поверки.....	5
7 Подготовка к поверке.....	5
8 Проведение поверки.....	5
8.1 Внешний осмотр.....	5
8.2. Идентификация ПО.....	5
8.3 Опробование	6
8.4 Определение метрологических характеристик	6
8.4.1 Определение амплитуды и длительности зондирующего импульса.....	7
8.4.2 Определение полосы пропускания приемного тракта	9
8.4.3 Определение относительного отклонения установки усиления на входе приемного тракта	11
8.4.4 Определение относительной погрешности измерения амплитуды сигнала.....	12
8.4.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов	13
8.4.6 Определение максимальной чувствительности приемного тракта	17
8.4.7 Определение амплитуды напряжения подмагничивания	19
8.4.8 Определение частоты колебаний блока электромагнитно-акустических преобразователей	20
8.4.9 Определение длительности реверберационно-шумовой характеристики блока электромагнитно-акустических преобразователей	22
8.4.10 Определение временной нестабильности показаний структуроскопа	24
9 Оформление результатов поверки	24
10 Форма протокола поверки	25

1 Область применения

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки структуроскопов электромагнитно-акустических СЭМА (далее по тексту – структуроскопы).

Структуроскопы предназначены для измерения временных интервалов, амплитуд эхо-сигналов отраженных от противоположного торца контролируемого изделия.

Межповерочный интервал - 1 год.

2 Операции поверки

2.1. Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.2. Операции поверки структуроскопа приведены в Таблица 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверки

Наименование операций	Номер пункта методики
Внешний осмотр	8.1
Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.2
Опробование	8.3
Определение метрологических характеристик	8.4
Определение амплитуды и длительности зондирующего импульса	8.4.1
Определение полосы пропускания приемного тракта	8.4.2
Определение относительного отклонения установки усиления на входе приемного тракта	8.4.3
Определение относительной погрешности измерения амплитуды сигнала	8.4.4
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов	8.4.5
Определение максимальной чувствительности приемного тракта	8.4.6
Определение амплитуды напряжения подмагничивания	8.4.7
Определение частоты колебаний блока электромагнитно-акустических преобразователей	8.4.8
Определение длительности реверберационно-шумовой характеристики блока электромагнитно-акустических преобразователей	8.4.9
Определение временной нестабильности показаний структуроскопа	8.4.10
Проверка работоспособности информационной системы структуроскопа	8.4.11

2.3. Поверка структуроскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а структуроскоп признают не прошедшим поверку.

3 Средства поверки

3.1. Рекомендуемые средства поверки указаны в Таблица 2.

3.2. Приведенные средства поверки могут быть заменены на аналогичные средства измерения утвержденного типа с характеристиками не хуже указанных.

3.3. Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средства измерения или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.4.1, 8.4.7	Осциллограф цифровой RIGOL DS1102C. Полоса пропускания 100 МГц. Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов 2 мВ – 400 В. Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения амплитуды напряжения $\pm 3 \%$. Диапазон измеряемых длительностей импульсных радиосигналов 5 нс – 50 с. Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения длительности $\pm 0,01 \%$.
8.4.2, 8.4.3, 8.4.4, 8.4.5, 8.4.6, 8.4.10	Генератор сигналов специальной формы ГСС-05. Синусоидальный сигнал от 100 мкГц до 25 МГц; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $\pm 0,0005 \%$; амплитуда выходного сигнала от 100 мкВ до 10 В; пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения сигнала синусоидальной формы U на частоте 1 кГц на нагрузке 50 Ом - $\pm(5,0xU+0,2 \text{ мВ})$.
8.4.8, 8.4.9	Контрольный образец №2 из комплекта образцов и вспомогательных устройств КОУ-2. Высота образца 59 мм, боковые цилиндрические отверстия диаметром 2 и 6 мм. Скорость продольной ультразвуковой волны в образце $(5900 \pm 118) \text{ м/с}$.
Вспомогательное оборудование	
8.4.1, 8.4.7	Эквивалентная нагрузка УНУ. R 50 Ом $\pm 5 \%$, номинальная мощность – 50 Вт.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1. Лица, допущенные к проведению измерений и обработке результатов наблюдений при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке на право проведения поверки ультразвуковых приборов.

4.2. Перед проведением поверки поверителю необходимо ознакомиться с документацией на структуроскоп «Структуроскоп электромагнитно-акустический СЭМА. Руководство по эксплуатации. СЭМА.4276.14.001.РЭ».

5 Требования безопасности

5.1. При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на средства поверки и на структуроскоп.

5.2. К работе по поверке структуроскопа должны допускаться лица, прошедшие обучение и инструктаж по правилам безопасности труда.

5.3. Поверку производить только после ознакомления и изучения РЭ на средства поверки.

5.4. При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019-80.

5.5. Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

6 Условия поверки

6.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ [$(293 \pm 5) \text{ K}$];

- относительная влажность воздуха $(65 \pm 15) \%$;

- атмосферное давление $(750 \pm 30) \text{ мм рт.ст.}$ [$(100 \pm 4) \text{ кПа}$].

6.2. Номинальное напряжение сети переменного тока 220 В. Допускаемое отклонение $\pm 10 \text{ В}$. Номинальная частота сети переменного тока 50 Гц. Допускаемое отклонение $\pm 1 \text{ Гц}$.

6.3. Внешние электрические и магнитные поля должны находиться в пределах, не влияющих на работу структуроскопа и средств поверки.

6.4. Внешние акустические поля и вибрации должны отсутствовать, либо находиться в пределах, не влияющих на работу структуроскопа и средств поверки.

7 Подготовка к поверке

7.1. Если структуроскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1, то структуроскоп выдерживают (перед включением) при этих условиях не менее двух часов, средства поверки – не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2. Подготовить структуроскоп и средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие структуроскопа следующим требованиям:

- комплектность структуроскопа в соответствии с руководством по эксплуатации и специфическими условиями эксплуатации;

- отсутствие явных механических повреждений, влияющих на работоспособность структуроскопа;

- наличие маркировки структуроскопа и электромагнитно-акустических преобразователей.

8.1.2. Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если структуроскоп соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1.

8.2 Идентификация ПО

8.2.1. Включить персональный компьютер.

8.2.2. Включить блок программируемого усилителя, коммутации и источника питания.

8.2.3. Запустить ПО «Регистратор высокочастотных аналоговых сигналов «ПРИНЦ».

8.2.4. В меню «Справка» выбрать пункт «О программе...».

8.2.5. В появившемся окне прочитать идентификационные данные ПО.

8.2.3. Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Регистратор высокочастотных аналоговых сигналов «ПРИНЦ»	3.0 и выше	-	-

8.3 Опробование

8.3.1. При проведении опробования структуроскопа производятся все операции, указанные в разделе 8 «ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ» эксплуатационной документации «Структуроскоп электромагнитно-акустический СЭМА. Руководство по эксплуатации. СЭМА.4276.14.001.РЭ».

Структуроскоп считается прошедшим опробование с положительным результатом, если полученные результаты структуроскопии совпадают с техническими требованиями на контрольный образец №2 из комплекта образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 (далее - контрольный образец №2).

8.4 Определение метрологических характеристик

Операции по п.8.4.1 – 8.4.8 выполняются в программной среде (Рисунок 1) «Регистратор высокочастотных аналоговых сигналов «ПРИНЦ» (далее - программа «ПРИНЦ»).

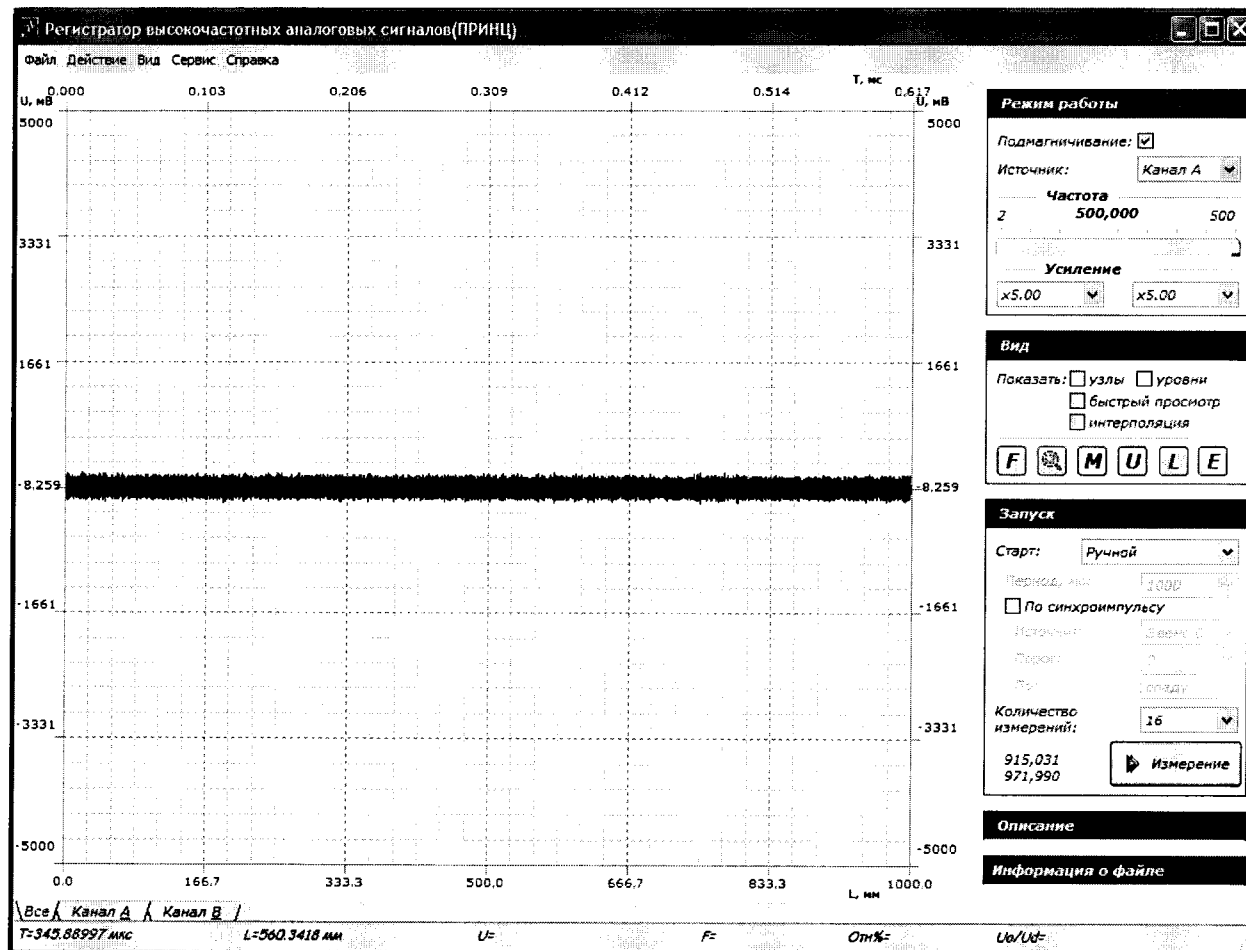


Рисунок 1. Экран программы «ПРИНЦ» для поверки структуроскопа СЭМА

8.4.1 Определение амплитуды и длительности зондирующего импульса

1. В рабочем окне программы «ПРИНЦ» установить (Рисунок 1):

Название поля	Значение
Частота значение	100 МГц
Запуск/Старт	флажок «Автоматически»
Запуск/Период, мс	1000
Режим работы	опция «Источник» в состоянии «Канал А»
Режим работы	опция «Подмагничивание» в состоянии включено

2. Собрать схему, как показано на Рисунок 2. Здесь эквивалентная нагрузка представляет сопротивление 50 Ом. Подключить эквивалентную нагрузку к выходу блока программируемого усилителя, коммутации и источника питания (далее - УКП) структуроскопа СЭМА через разъем типа CP-50.

При подключении осциллографа к эквивалентной нагрузке использовать пробник делитель 1:100. Входное сопротивление пробника - не менее 1 МОм. Входная емкость пробника - не более 5 пФ.

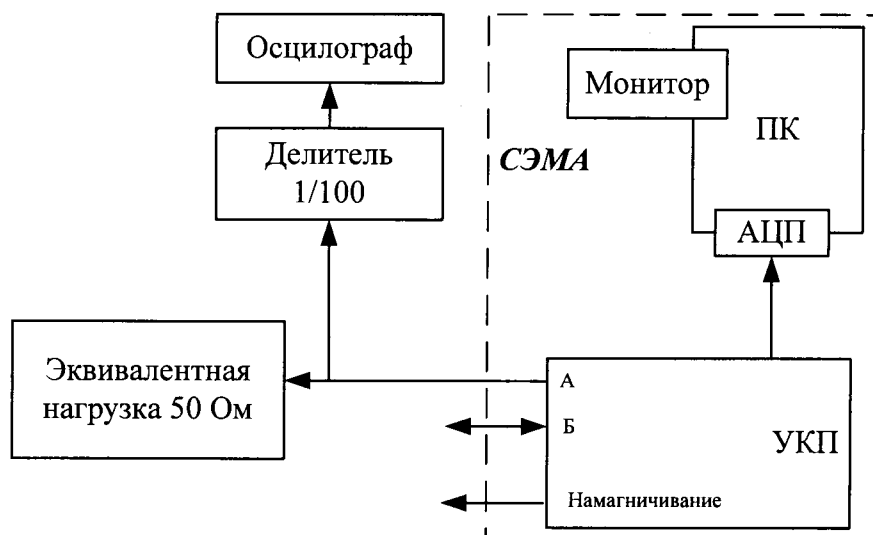


Рисунок 2. Схема определения параметров генератора зондирующих импульсов

3. Установить масштабы развертки осциллографа: по вертикали 100 В/дел, по горизонтали 100 нс/дел.

4. Установить устойчивую синхронизацию осциллографа от переднего отрицательного фронта зондирующего импульса. Весь импульс должен наблюдаться на экране осциллографа (Рисунок 3). По экрану осциллографа измерить амплитуду зондирующего импульса и длительность зондирующего импульса. Измерения выполнить пять раз, рассчитать средние арифметические значения. Длительность зондирующего импульса определяется на уровне -100 В.

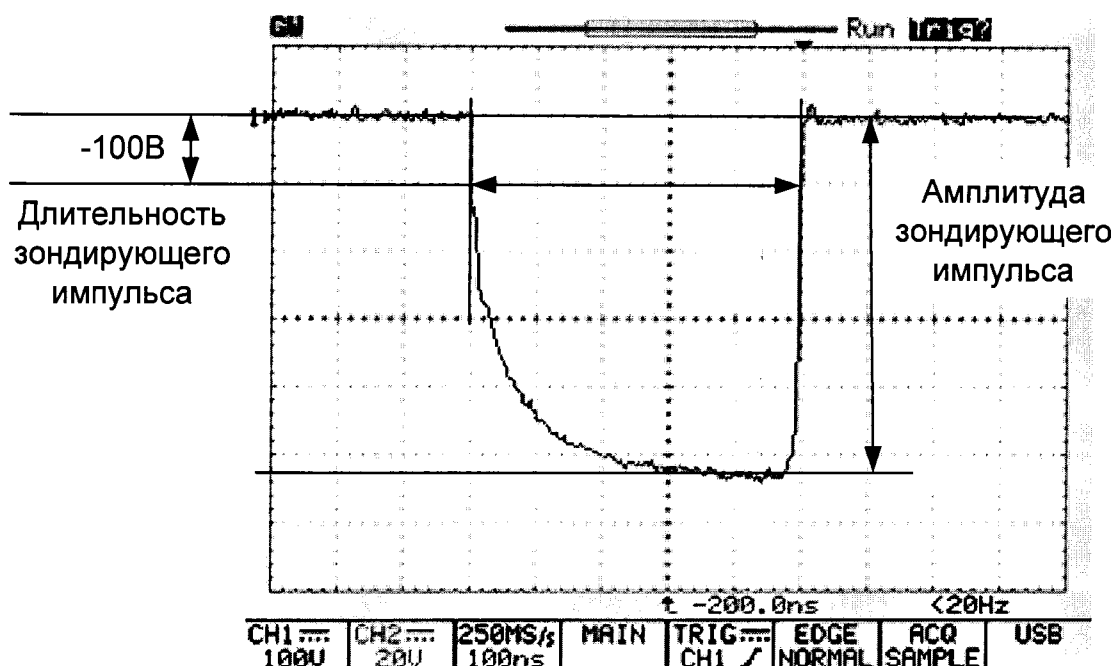


Рисунок 3. Определение амплитуды и длительности зондирующего импульса

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если амплитуда зондирующего импульса (по размаху) на нагрузке 50 ± 1 Ом находится в пределах 500 ± 50 В; длительность зондирующего импульса находится в пределах 450 ± 50 нс.

8.4.2 Определение полосы пропускания приемного тракта

Приемный тракт структуроскопа СЭМА работает в некотором диапазоне частот. Типичная частотная зависимость коэффициента усиления приемника представлена на Рисунке 4. На графике уровень 0 дБ соответствует амплитуде на центральной частоте $F_0=2,5$ МГц. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) ограничена полосой частот от нижней частоты F_H до верхней частоты F_B . Значения граничных частот F_H , F_B определяются на уровне -6 дБ, т.е. уменьшение (ослабление) амплитуды в два раза.

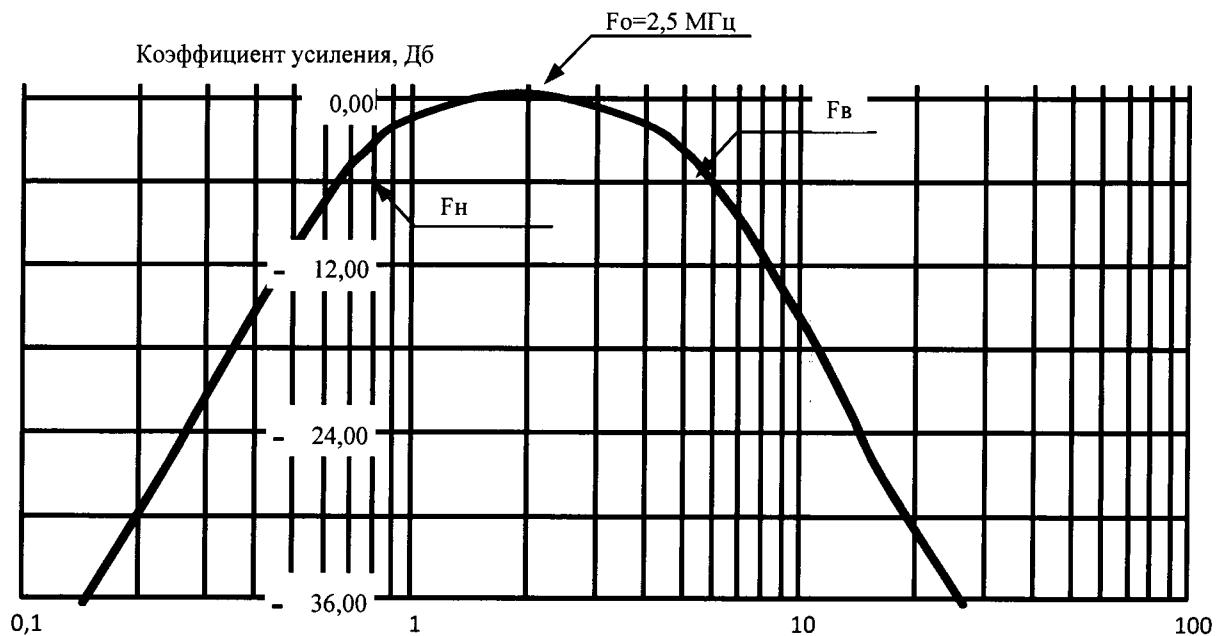


Рисунок 4. Амплитудно-частотная характеристика приемного тракта структуроскопа

Полоса пропускания определяется на коэффициенте усиления $K=7500$ для канала А приемного тракта структуроскопа (программа «ПРИНЦ»).

1. Собрать схему измерений (Рисунок 5).

В соответствии с пунктом 10.2.3 «Настройка программы «ПРИНЦ» («Структуроскоп электромагнитно-акустический СЭМА. Руководство по эксплуатации. СЭМА.4276.14.001.РЭ») установить следующие параметры:

Название поля	Значение
Измерение/ Предобработка/ Удаление постоянной составляющей/ Использовать	включено
Измерение/ Предобработка/ Цифровая фильтрация/ Использовать	включено
Измерение/ Предобработка/ Цифровая фильтрация/ Частота среза, Гц	6000000
Измерение/ Предобработка/ Цифровая фильтрация/ Размер фильтра, точки	64
Измерение/ Предобработка/ Цифровая фильтрация/ Количество проходов	1

В рабочем окне программы «ПРИНЦ» (Рисунок 1) установить:

- в поле «Режим работы» - опция «Подмагничивание» в состоянии «выключено»;
- в поле «Режим работы» - опция «Источник» в состоянии «Канал А»;

- в поле «Режим работы» - опция «Частота» значение «100 МГц»;
- в поле «Режим работы» - опция «Усиление» значение «x7500»;
- в поле «Запуск» - опция «Старт» флажок «Ручной»;
- в поле «Запуск» - опция «По синхроимпульсу» - «включено»;
- в поле «Запуск» - опция «Источник» - «Звено 0»;
- в поле «Запуск» - опция «Порог» - «0»;
- в поле «Запуск» - опция «По» - «Фронту»;
- в поле «Запуск» - опция «Количество измерений» - «8».

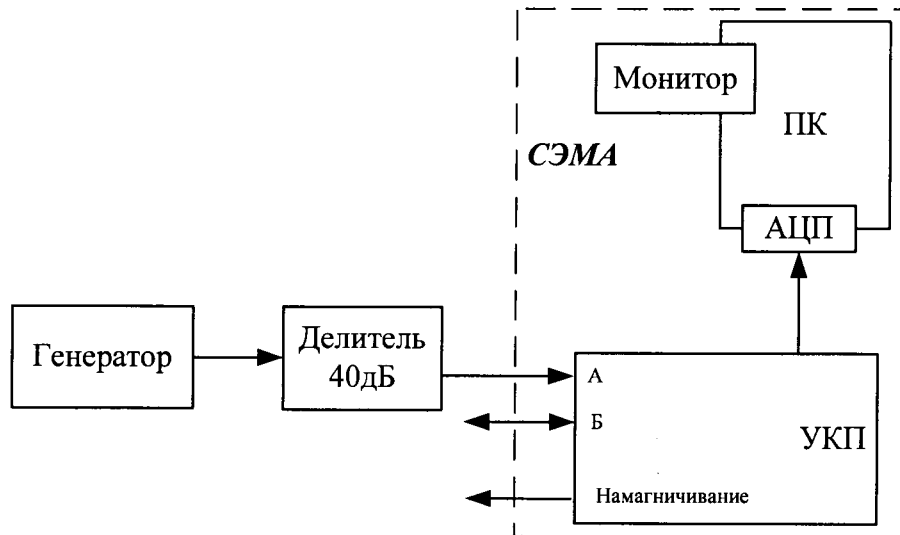


Рисунок 5. Схема определения параметров приемного тракта

2. Установить на генераторе параметры тест-сигнала: частота 2,5 МГц, амплитудное напряжение 100 мВ. Использовать дополнительный делитель на -40 дБ из комплекта генератора. Измерить размах амплитуды зарегистрированного тест-сигнала (Рисунок 6) как сумму $U(+)$ и $U(-)$. Регулировкой частоты генератора настроиться на максимум тест-сигнала на экране программы «ПРИНЦ», зафиксировать значение центральной частоты по шкале частот генератора сигналов.

3. Для измерения нижней граничной частоты F_n , уменьшать частоту тест-сигнала до тех пор, пока его амплитуда на экране монитора не уменьшится в 2 раза от максимального значения (до уровня -6 дБ). По шкале частот генератора сигналов зафиксировать частоту F_n . Измерения выполнить пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение.

4. Для измерения верхней граничной частоты F_v , выполнить измерение аналогично п.3 с той лишь разницей, что частоту тест-сигнала увеличивать до тех пор, пока амплитуда тест-сигнала не уменьшится в 2 раза (на 6 дБ). Измерения выполнить пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение.

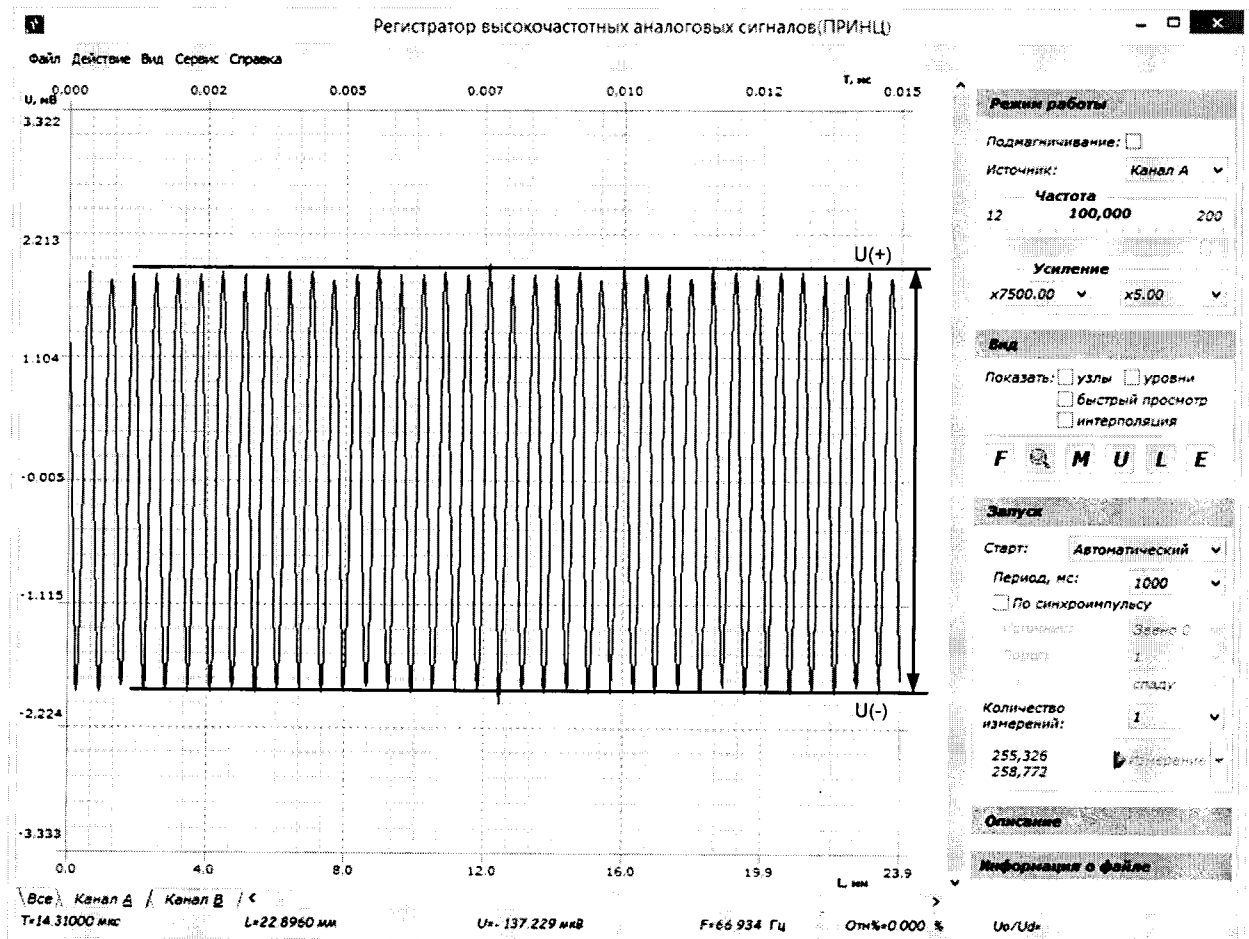


Рисунок 6. Вид тест-сигнала при определении полосы пропускания приемника структуроскопа на центральной частоте

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если нижняя граничная частота полосы пропускания приемного тракта находится в пределах $0,6 \pm 0,1$ МГц; верхняя граничная частота - в пределах $6 \pm 0,6$ МГц.

8.4.3 Определение относительного отклонения установки усиления на входе приемного тракта

Тест-сигнал с генератора, усиливается приемником структуроскопа. Амплитуда сигнала, приведенная ко входу, измеряется по экрану программы «ПРИНЦ».

Отклонение установки усиления на входе приемника структуроскопа (диапазон регулировки чувствительности) определяется по схеме измерений (Рисунок 5) на коэффициентах усиления в соответствии с Таблица 4 по следующей методике:

1. Собрать схему измерений (Рисунок 5).
Настроить программу «ПРИНЦ» в соответствии с пунктом 8.4.2.
2. Установить на генераторе параметры тест-сигнала: частота $F_0=2,5$ МГц, амплитудное значение сигнала на генераторе 100 мВ, коэффициента усиления входного тракта 7500.
3. Измерить по экрану программы «ПРИНЦ» на канале А размах амплитуды зарегистрированного тест-сигнала (Рисунок 6) как сумму $U(+)$ и $U(-)$. Измерения выполнить пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение.

Таблица 4 - Параметры тест-сигнала, устанавливаемые при определении амплитудной характеристики приемного тракта для различных коэффициентов усиления

Коэффициент усиления	7500	15000	30000	60000
Амплитудное значение сигнала на генераторе, мкВ	100000	100000	50000	25000
Внешний аттенюатор -40 дБ, дБ	-40	-40	-40	-40
Амплитудное значение сигнала на входе усилителя Ud, мкВ	1000	1000	500	250

4. Рассчитать отклонение установки усиления на входе приемного тракта по формуле:

$$\text{ПГ} = \frac{2Ud - (U(+) + U(-))}{2Ud} \cdot 100\%,$$

где Ud – амплитудное значение сигнала на входе усилителя, мкВ,

U(+) – среднее арифметическое значение положительной составляющей амплитуды тест-сигнала измеренной по экрану, мкВ,

U(-) – среднее арифметическое значение отрицательной составляющей амплитуды тест-сигнала измеренной по экрану, мкВ.

5. Повторить п.3 – 4 уменьшая амплитуду генератора в соответствии с Таблица 4 для всех значений коэффициентов усиления.

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если относительное отклонение установки усиления на входе приемного тракта не превышает $\pm 5\%$ во всем диапазоне.

8.4.4 Определение относительной погрешности измерения амплитуды сигнала

Погрешность измерения амплитуд сигналов на входе приемного тракта определяется по схеме измерений (Рисунок 5) на фиксированном коэффициенте усиления в середине динамического диапазона.

1. Собрать схему измерений (Рисунок 5).

Настроить программу «ПРИНЦ» в соответствии с пунктом 8.4.2.

2. Установить на генераторе параметры тест-сигнала: частота $F_0=2,5$ МГц, амплитудное значение сигнала на генераторе 100 мВ, коэффициента усиления входного тракта 15000.

3. Измерить по экрану программы «ПРИНЦ» размах амплитуды зарегистрированного тест-сигнала (Рисунок 6) как сумму U(+) и U(-). Измерения выполнить пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение.

4. Повторить п.2 – 3 уменьшая амплитуду генератора в соответствии с Таблица 5 для всего диапазона амплитуд при фиксированном значении коэффициента усиления $K=15000$.

Таблица 5 – Параметры тест-сигнала, устанавливаемые при определении погрешности измерения амплитуд сигналов на входе приемного тракта

Коэффициент усиления	15000	15000	15000
Амплитудное значение сигнала на генераторе, мкВ	100000	50000	25000
Внешний аттенюатор -40 дБ, дБ	-40	-40	-40
Амплитудное значение сигнала на входе усилителя Ud, мкВ	1000	500	250

5. Определить погрешность измерения амплитуд отраженного сигнала на входе приемного тракта. Погрешность измерения амплитуд рассчитать по формуле:

$$\text{ПГ} = \frac{2Ud - (U(+) + U(-))}{2Ud} \cdot 100\%,$$

где Ud – амплитудное значение сигнала на входе усилителя, мкВ,

U(+) – среднее арифметическое значение положительной составляющей амплитуды тест-сигнала измеренной по экрану, мкВ,

U(-) – среднее арифметическое значение отрицательной составляющей амплитуды тест-сигнала измеренной по экрану, мкВ.

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если относительная погрешность измерения амплитуды сигнала не превышает $\pm 10\%$ в диапазоне от 500 до 2000 мкВ.

8.4.5 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерения временных интервалов

В структуроскопе нормируется только погрешность измерения временного интервала (инструментальная погрешность).

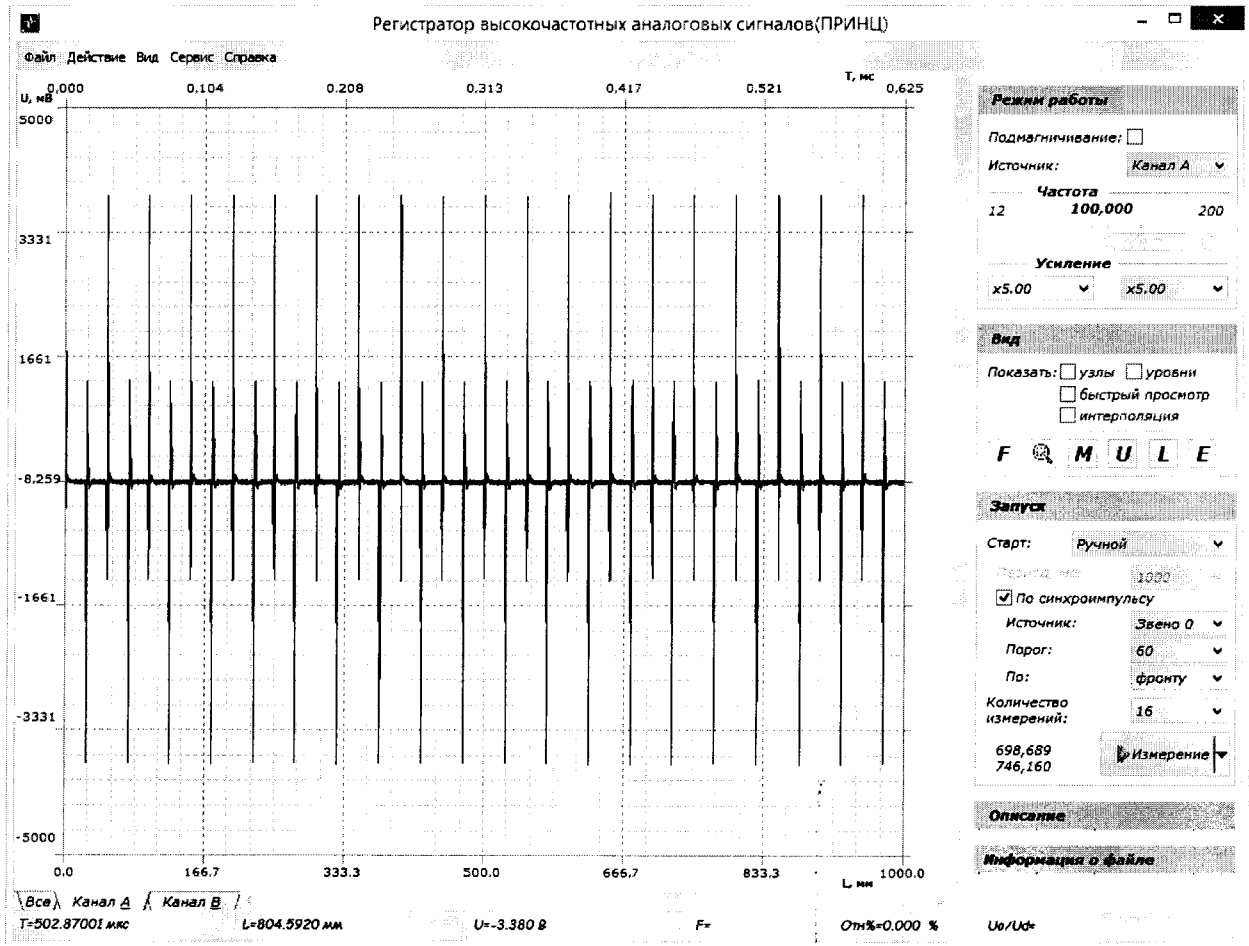


Рисунок 7. Определение погрешности измерения временных интервалов

Для определения погрешности измерения временных интервалов используют схему измерений (Рисунок 5). Импульсы прямоугольной формы фиксированной частоты подаются с генератора на вход приемника структуроскопа. Измерение периода импульсов производят, как величины, обратной установленной частоте следования. На экране монитора программы «ПРИНЦ» наблюдается серия импульсов (Рисунок 7). По экрану монитора определяют интервал времени между импульсами одинаковой полярности по уровню $1/2$ от максимального значения U (Рисунок 8).

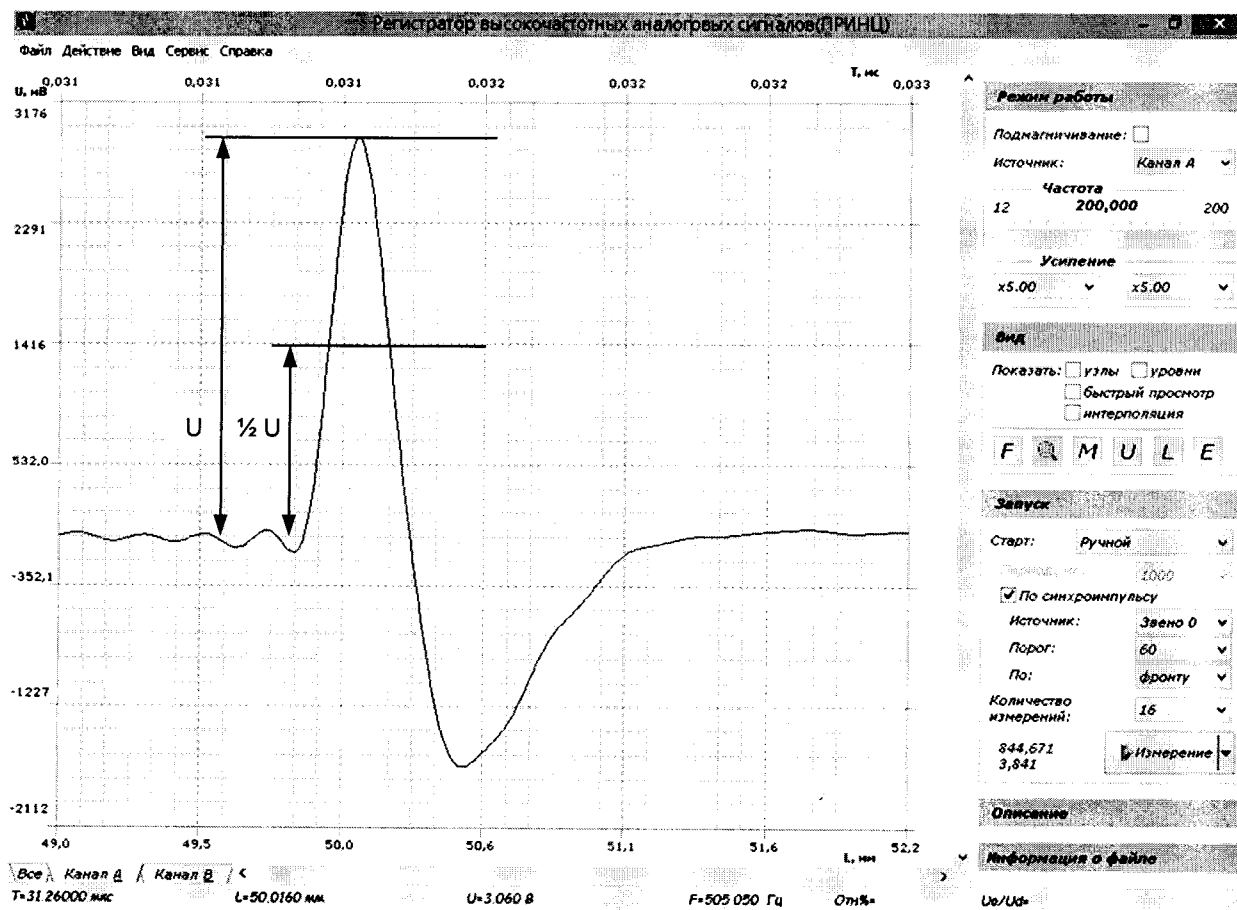


Рисунок 8. Измерение погрешности временных интервалов

Указанные операции выполняют для «Звена 0» в нескольких точках диапазона развертки – 31,25 мкс, 62,5 мкс, 125 мкс, 250 мкс, 500 мкс, 1000 мкс соответствующие различным толщинам - 50 мм, 100 мм, 200 мм, 400 мм, 800 мм, 1600 мм (скорость распространения ультразвуковых колебаний - $C=3200$ м/с), или различным номерам донных импульсов.

Порядок определения погрешности измерения временного интервала.

1. В рабочем окне программы «ПРИНЦ» установить (Рисунок 5):

- в поле «Режим работы» - опция «Подмагничивание» в состоянии «выключено»;
- в поле «Режим работы» - опция «Источник» в состоянии «Канал А»;
- в поле «Режим работы» - опция «Частота» значение «100 МГц»;
- в поле «Режим работы» - опция «Усиление» значение «x7500»;
- в поле «Запуск» - опция «Старт» флажок «Ручной»;
- в поле «Запуск» - опция «По синхроимпульсу» - «включено»;
- в поле «Запуск» - опция «Источник» - «Звено 0»;
- в поле «Запуск» - опция «Порог» - «60»;
- в поле «Запуск» - опция «По» - «Фронту»;
- в поле «Запуск» - опция «Количество измерений» - «8».

Настроить работу программы «ПРИНЦ» (Рисунок 9) на толщину объекта контроля 2000 мм, скорость звука в материале – 3200 м/с.

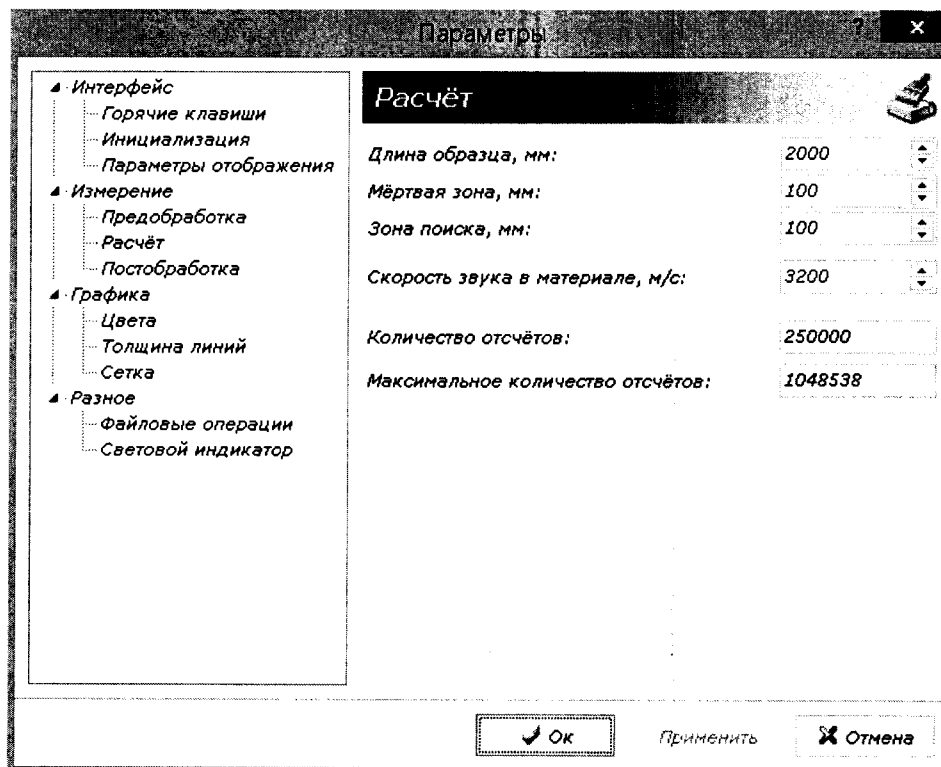


Рисунок 9. Настройка программы «ПРИНЦ» при определении погрешности измерения временных интервалов

2. Установить на генераторе параметры тест-сигнала меандр частотой 32 кГц (соответствует временному интервалу 31,25 мкс), амплитудное значение напряжения на генераторе $U_d = 200$ мВ, внешний аттенюатор -40 дБ включен.

3. В окне программы «ПРИНЦ» выбрать отображаемую страницу основного окна «Канал А».

4. Выполнить измерение временного интервала между двумя импульсами одинаковой полярности с помощью функции «М» (измерение) программы «ПРИНЦ» на уровне 0,5 от амплитудного значения напряжения импульса (ослабление -6 Дб). Измерение выполнить пять раз, рассчитать среднее арифметическое.

5. Определить погрешность измерения временных интервалов по формуле:

$$\Delta T = T - T_{\text{изм}}$$

где T – номинальное значение временного интервала, мкс

$T_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение временного интервала между двумя импульсами одинаковой полярности, мкс

6. Повторить п. 3 – 5 для номеров импульсов в соответствии с Таблица 6 .

Таблица 6 - Значения временных интервалов и соответствующие им номера импульсов

Временной интервал, мкс	31,25	62,5	125	250	500	1000
Количество импульсов одинаковой полярности	1	2	4	8	16	32

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерения временного интервала не превышает $\pm 0,02$ мкс в диапазоне от 31,25 до 1000 мкс.

8.4.6 Определение максимальной чувствительности приемного тракта

Максимальную чувствительность приемного тракта структуроскопа выражают в виде минимальной амплитуды входного сигнала, который воспринимается структуроскопом при превышении регистрируемого сигнала в 4 раза (на 12 дБ) над уровнем электрических шумов. При поверке проверяют максимальную чувствительность на частоте, соответствующей максимуму коэффициента усиления приемника (2,5 МГц) и при максимальном коэффициенте усиления приемного тракта («Звено» 0).

Определение максимальной чувствительности приемника проводят по схеме измерений (Рисунок 5).

Измерение проводится следующим образом.

1. Установить частоту синусоидального сигнала генератора 2,5 МГц.
2. Настроить работу программы «ПРИНЦ» (Рисунок 9) на толщину объекта контроля 500 мм, скорость звука в материале – 3200 м/с.

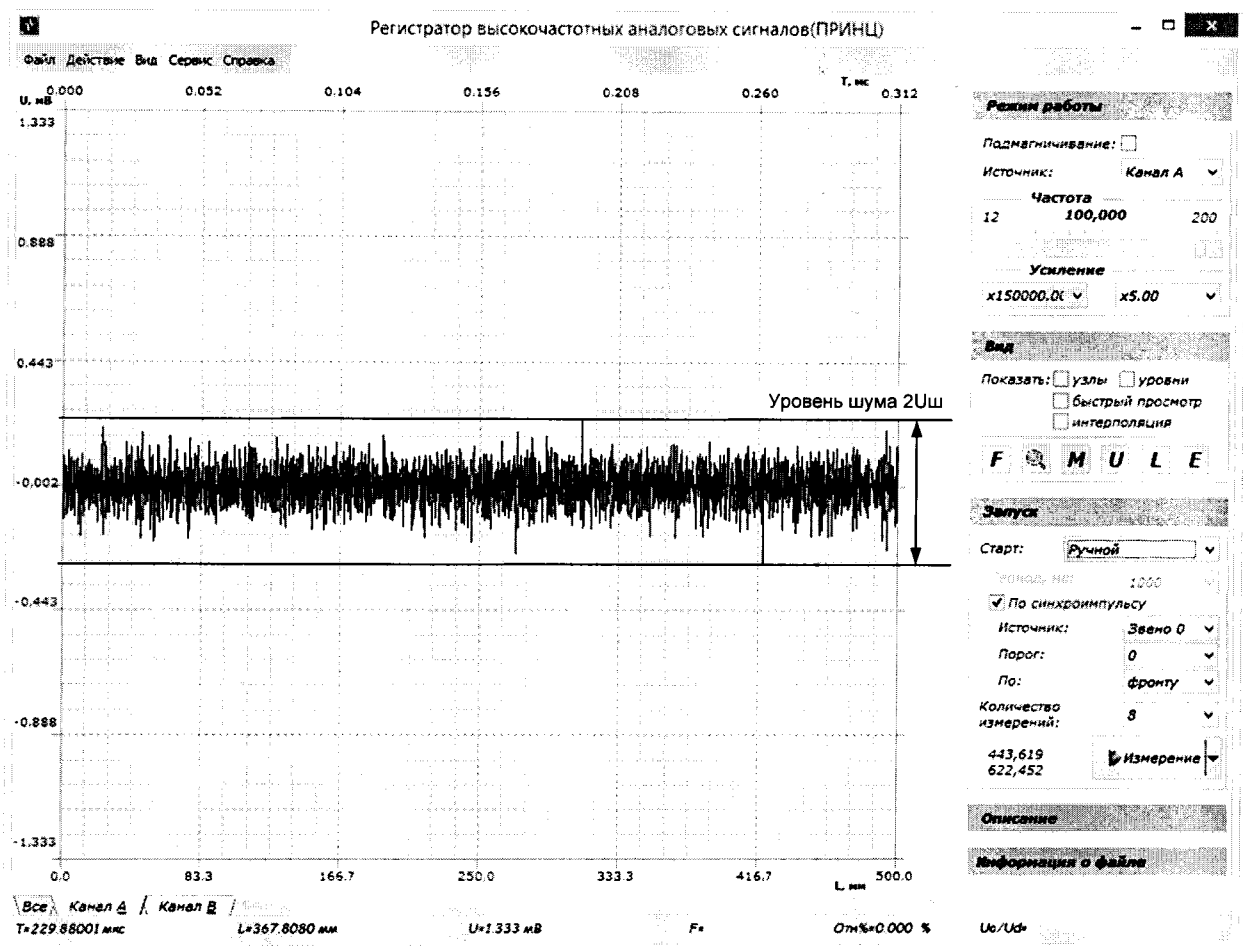


Рисунок 10. Вид электрических шумов при измерении максимальной чувствительности приемного тракта

В рабочем окне программы «ПРИНЦ» установить (Рисунок 5):

- в поле «Режим работы» - опция «Подмагничивание» в состоянии «выключено»;
- в поле «Режим работы» - опция «Источник» в состоянии «Канал А»;
- в поле «Режим работы» - опция «Частота» значение «100 МГц»;
- в поле «Режим работы» - опция «Усиление» значение «x150000»;
- в поле «Запуск» - опция «Старт» флажок «Ручной»;

- в поле «Запуск» - опция «По синхроимпульсу» - «выключено»;
- в поле «Запуск» - опция «Источник» - «Звено 0»;
- в поле «Запуск» - опция «Порог» - «0»;
- в поле «Запуск» - опция «По» - «Фронту»;
- в поле «Запуск» - опция «Количество измерений» - «8».

3. Уменьшить амплитуду генератора до нуля. На экране программы «ПРИНЦ» должен наблюдаться шум (помеха) (Рисунок 10). Измерить по экрану монитора размах между максимальным и минимальным значением помех $2U_{ш}$.

4. Увеличивать амплитуду сигнала на выходе генератора до тех пор, пока в окне программы «ПРИНЦ» сигнал не достигнет четырехкратного превышения над уровнем электрического шума $U_{ш}$. На экране должен наблюдаться сигнал (Рисунок 11). С помощью функции «М» (измерение) измерить размах сигнала. Зарегистрировать на генераторе амплитуду выходного напряжения генератора U_C .

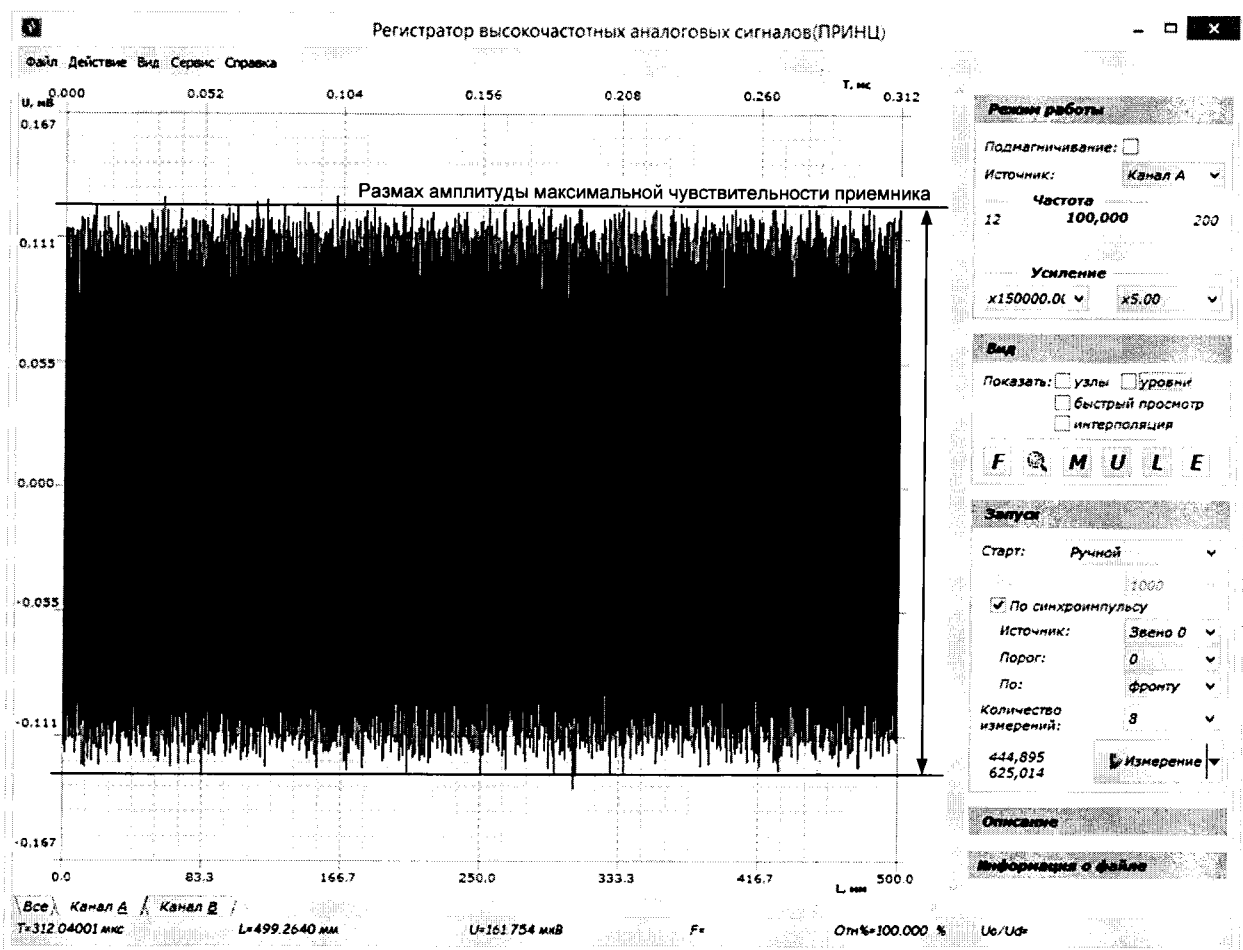


Рисунок 11. Вид тест-сигнала на входе приемника структуроскопа при измерении максимальной чувствительности

5. Значение напряжения на генераторе, соответствующее максимальной чувствительности вычислить с учетом внешнего аттенюатора (40 дБ; 100 раз).

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если максимальная чувствительность приемного тракта не превышает 400 мкВ.

8.4.7 Определение амплитуды напряжения подмагничивания

Для проведения операций контроля напряжения подмагничивания выполняют следующие операции:

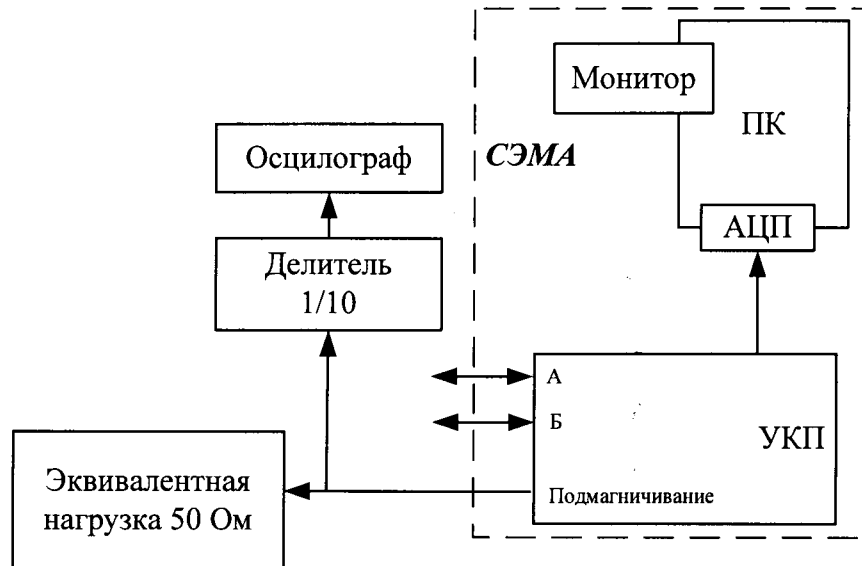


Рисунок 12. Схема определения параметров напряжения намагничивания

1. Собрать схему, как показано на Рисунок 12. Здесь эквивалентная нагрузка представляет сопротивление 50 Ом. Подключить эквивалентную нагрузку к выходу подмагничивания блока УКП структуроскопа.

При подключении осциллографа к эквивалентной нагрузке использовать пробник делитель 1:10. Входное сопротивление пробника - не менее 1 МОм. Входная емкость пробника - не более 5 пФ.

2. В рабочем окне программы «ПРИНЦ» установить (Рисунок 1):

- в поле «Частота дискретизации» значение «200 МГц»;
- в поле «Запуск/Старт» - флажок «Автоматически»;
- в поле «Запуск/Период, мс» - «1000»;
- в поле «Режим работы» - опция «Источник» в состоянии «Канал А»;
- в поле «Режим работы» - опция «Подмагничивание» в состоянии «включено».

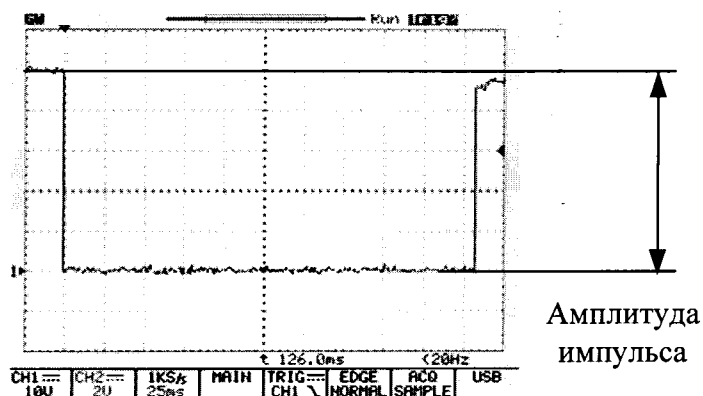


Рисунок 13. Определение амплитуды импульса подмагничивания

3. Установить масштабы развертки осциллографа: по вертикали 10 В/дел, по горизонтали 25 мс/дел.

4. Установить устойчивую синхронизацию осциллографа от переднего отрицательного фронта импульса. Весь импульс должен наблюдаться на экране осциллографа (Рисунок 13). По экрану осциллографа измерить амплитуду напряжения подмагничивания. Измерения выполнить пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение.

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если амплитуда напряжения подмагничивания находится в пределах 50 ± 5 В.

8.4.8 Определение частоты колебаний блока электромагнитно-акустических преобразователей

Частоту ультразвуковых колебаний блока электромагнитно-акустических преобразователей, т.е. частоту колебаний эхо-сигнала, определяют с помощью измерения временного интервала, в который укладывается целое число периодов. Для определения частоты используют измеритель времени структуроскопа, поэтому операции определения частоты преобразователя выполняют только после проверки погрешности измерения временных интервалов согласно п.8.4.5.

Определение частоты ультразвуковых колебаний электромагнитно-акустических преобразователей проводят с использованием контрольного образца №2.

1. Подключить электромагнитно-акустический преобразователь (ЭМАП) к структуроскопу.

2. Установить блок ЭМАП на длинную грань контрольного образца №2 (Рисунок 14).

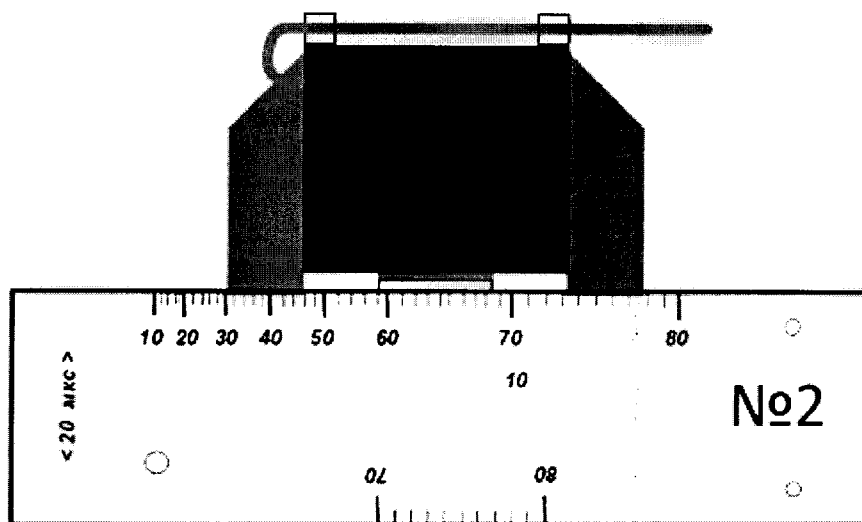


Рисунок 14. Установка датчика ЭМАП при определении параметров электромагнитно-акустического преобразователя

3. В рабочем окне программы «ПРИНЦ» установить:

- в поле «Режим работы» - опция «Подмагничивание» в состояние «включено»;
- в поле «Режим работы» - опция «Источник» в состояние «Канал А»;
- в поле «Режим работы» - опция «Частота» значение «200 МГц»;
- в поле «Режим работы» - опция «Усиление» значение «x15000,00»;
- в поле «Запуск» - опция «Старт» флажок «Ручной»;
- в поле «Запуск» - опция «По синхроимпульсу» - «включено»;

- в поле «Запуск» - опция «Источник» - «Внешний»;
 - в поле «Запуск» - опция «Порог» - «-20»;
 - в поле «Запуск» - опция «По» - «Спаду»;
 - в поле «Запуск» - опция «Количество измерений» - «16»;
- Настроить работу программы «ПРИНЦ»:

Название поля	Значение
Параметры \ Измерение \ Время подготовки магнитной цепи	200 мс
Параметры \ Измерение \ Расчет \ Толщина объекта контроля	500 мм
Параметры \ Измерение \ Расчет \ Скорость звука в материале	3200 м/с

4. Получить эхограмму на контрольном образце №2 (Рисунок 15), подобрав коэффициент усиления таким образом, чтобы первый донный эхо-импульс занимал по вертикали более половины экрана монитора, и растянуть его (Рисунок 16).

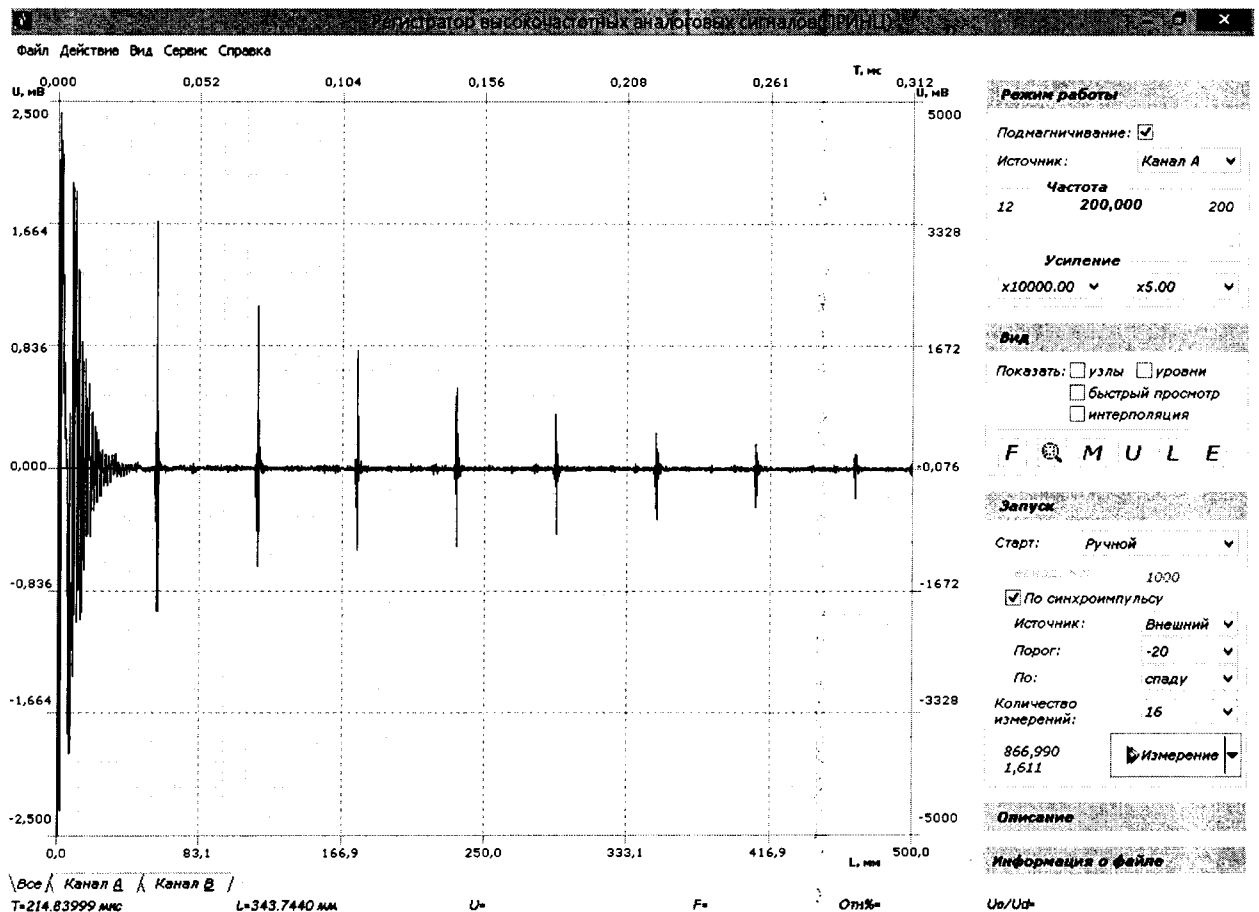


Рисунок 15. Вид эхограммы на контрольном образце №2

5. С помощью функции «М» (измерение) программы «ПРИНЦ» выполнить измерение моментов времени T_1 и T_2 , в которых эхосигнал достигает своего максимального положительного и отрицательного значения (Рисунок 16).

6. Определить средний период колебаний $T_{cp} = (T_2 - T_1) \cdot 2$.

7. Повторить пять раз пункты 5 – 6, рассчитать среднее арифметическое значение среднего периода колебаний T_{cp} .

8. Определить частоту ультразвуковых колебаний $F = 1/T_{cp}$.

9. Повторить пункты 4 – 8 для «Канала В».

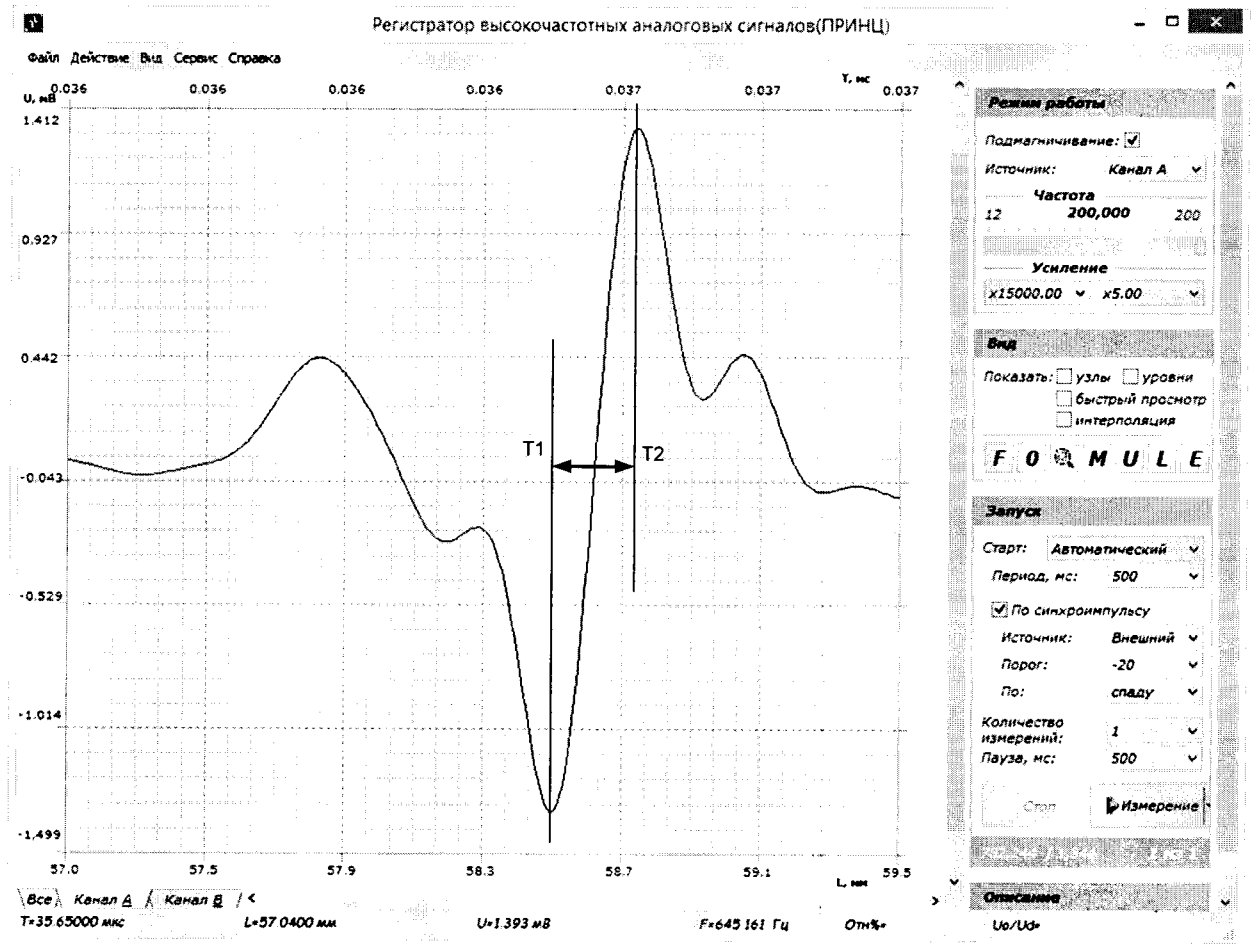


Рисунок 16. Донный импульс. Процесс определения частоты ультразвуковых колебаний преобразователя

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если частота колебаний блока электромагнитно-акустических преобразователей соответствует значению $3,0 \pm 0,5$ МГц.

8.4.9 Определение длительности реверберационно-шумовой характеристики блока электромагнитно-акустических преобразователей

Реверберационно-шумовая характеристика (РШХ) это сигнал, возникающий в преобразователе, после воздействия зондирующего импульса. РШХ складывается из затухающих колебаний акустических сигналов, переотраженных в преобразователе, и сигнала реакции электрической цепи, в которую включен ЭМАП. РШХ определяет размер мертвой зоны преобразователя.

Для проверки параметров РШХ используют измерительную систему устройства, поэтому данные операции допускается выполнять только после выполнения операций по п.8.4.1– п.8.4.7.

Определение длительности РШХ проводят по схеме измерений (Рисунок 14).

1. Подключить Блок ЭМАП к устройству.
2. Установить блок ЭМАП на длинную грань контрольного образца №2 (Рисунок 14).

3. Настроить работу программы «ПРИНЦ» на толщину объекта контроля 500 мм, скорость звука в материале – 3200 м/с.

В рабочем окне программы «ПРИНЦ» установить:

- в поле «Режим работы» - опция «Подмагничивание» в состоянии «включено»;
- в поле «Режим работы» - опция «Источник» в состоянии «Канал А»;
- в поле «Режим работы» - опция «Частота» значение «200 МГц»;
- в поле «Режим работы» - опция «Усиление» значение «x10000,00»;
- в поле «Запуск» - опция «Старт» флажок «Ручной»;
- в поле «Запуск» - опция «По синхроимпульсу» - «включено»;
- в поле «Запуск» - опция «Источник» - «Внешний»;
- в поле «Запуск» - опция «Порог» - «-20»;
- в поле «Запуск» - опция «По» - «Спаду»;
- в поле «Запуск» - опция «Количество измерений» - «16».

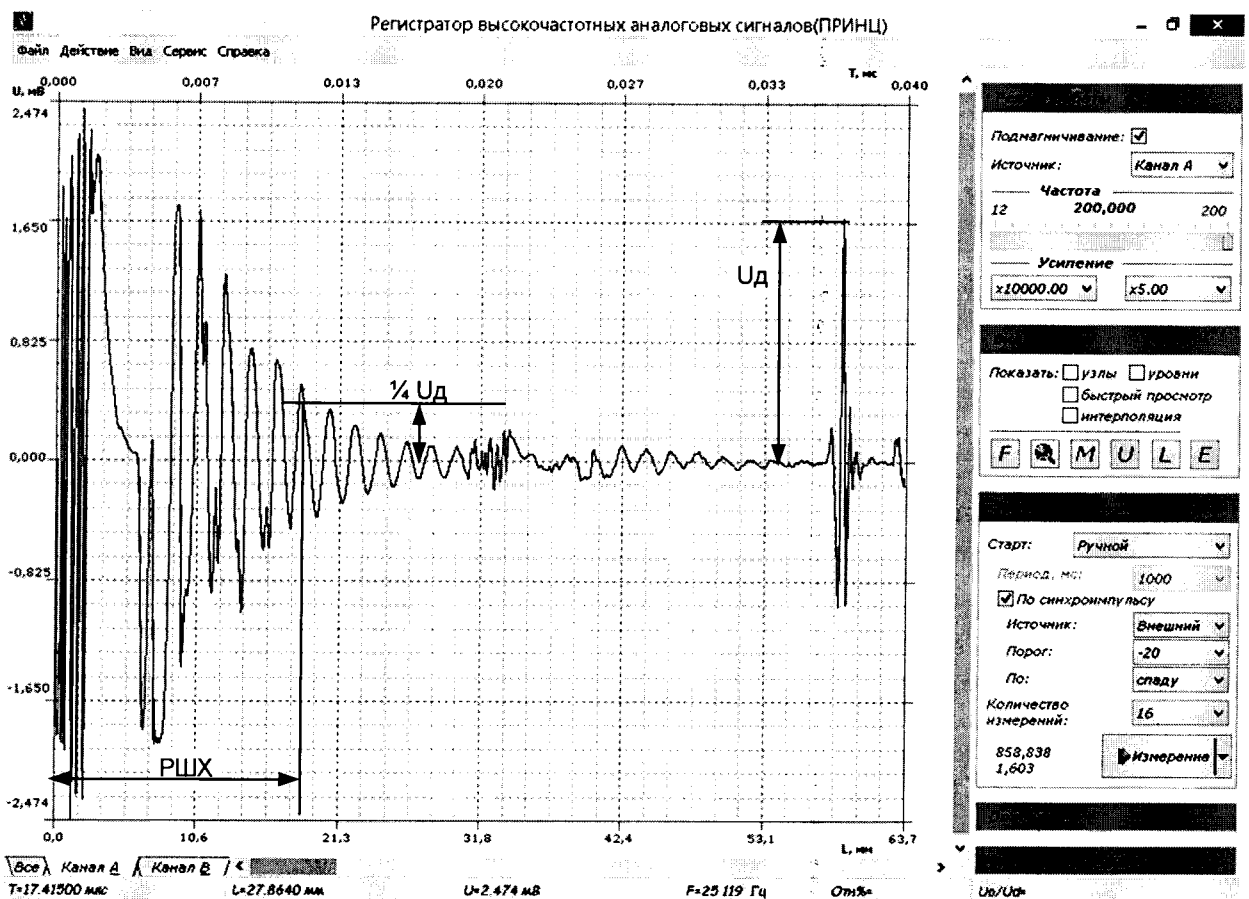


Рисунок 17. Определение длительности РШХ

4. Получить эхограмму на контрольном образце №2 (Рисунок 15), подобрав коэффициент усиления таким образом, чтобы первый донный эхо-импульс занимал по вертикали более половины экрана монитора. Определить амплитуду 1-го донного эхо-сигнала.

5. С помощью функции «М» (измерение) программы «ПРИНЦ» выполнить измерение интервала времени $T_{РШХ}$ (Рисунок 17). Длительность РШХ определить как интервал времени от начала зондирующего импульса до момента времени, в котором амплитуда сигнала РШХ становится ниже уровня 25 % от амплитуды U_d первого донного эхо-импульса. Измерения выполнить пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение.

6. Повторить пункт 4 – 5 для «Канала В».

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если длительность РШХ блока электромагнитно-акустических преобразователей не превышает 15 мкс (соответствует мертвой зоне 24 мм).

8.4.10 Определение временной нестабильности показаний структуроскопа

При определении временной нестабильности показаний структуроскопа выполняют следующие операции.

1. Выполнить выдержку структуроскопа во включенном состоянии в течение 8 часов.
2. Повторно выполнить указания пунктов 8.4.5.
3. Рассчитать временную нестабильность показаний структуроскопа по формуле:

$$T = T_1 - T_2,$$

где T_1 – среднее арифметическое значение временного интервала между двумя импульсами одинаковой полярности до выдержки, мкс,

где T_2 – среднее арифметическое значение временного интервала между двумя импульсами одинаковой полярности после выдержки, мкс.

Структуроскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом, если временная нестабильность показаний структуроскопа не превышает 0,02 мкс.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносят в протокол. Рекомендуемая форма протокола приведена в п.10 методики поверки.

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки, структуроскоп признается непригодным к применению, и на него выдается извещение о непригодности в установленной форме, с указанием причин непригодности.

10 Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ первичной/периодической поверки №

от « _____ » _____ 20__ года

Средство измерений «Структуроскоп электромагнитно-акустический СЭМА»

Заводской номер _____

Изготовленное _____

Принадлежащее _____

Поверено в соответствии с методикой поверки Структуроскопы электромагнитно-акустические СЭМА. Методика поверки. СЭМА.4276.14.001.ИЗ

С применением эталонов:

№	Наименование	Тип	Зав. №	Сведения о поверке
1	Осциллограф	RIGOL DS1102C		
2	Генератор	ГСС-05		
3	Контрольный образец №2	КОУ-2		
4	Эквивалентная нагрузка 50 Ом	P1-УНУ-50Вт-50 Ом +2-5%	Б/н	

При следующих значениях влияющих факторов:

температура окружающей среды ____ °С, атмосферное давление ____ мм рт.ст., относительная влажность __ %, напряжение питания сети _____ В, частота ____ Гц.

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр: _____

2. Опробование: _____

3. Идентификация ПО: _____

4. Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина /погрешность	Полученный результат	Заключение
Амплитуда зондирующего импульса, В	500 ± 50		
Длительность зондирующего импульса, нс	450 ± 50		
Полоса пропускания приемного тракта, МГц: - нижняя граничная частота Fн - верхняя граничная частота Fв	0,5 ± 0,1 6 ± 0,6		
Относительное отклонение установки усиления на входе приемного тракта, % при коэффициентах усиления: 7500 15000 30000 60000	± 5 % ± 5 % ± 5 % ± 5 %		
Относительная погрешность измерения амплитуды сигнала Ud (Kyc=15000), %	100 мВ ± 10 % 50 мВ ± 10 %		

Структуроскопы электромагнитно-акустические СЭМА
Методика поверки. СЭМА.4276.14.001.ИЗ

	25 мВ ± 10 %		
Погрешность измерения временного интервала, мкс	31,25 ± 0,02 62,5 ± 0,02 125 ± 0,02 250 ± 0,02 500 ± 0,02 1000 ± 0,02		
Максимальная чувствительность приемного тракта, мкВ	не более 400		
Частота ультразвуковых колебаний ЭМАП, МГц ЭМАП № ЭМАП №	3,0 ± 0,5 3,0 ± 0,5		
Длительность реверберационно-шумовой характеристики блока ЭМАП, мкс ЭМАП № ЭМАП №	не более 15 не более 15		
Амплитуда напряжения подмагничивания, В	50 ± 5		
Временная нестабильность показаний структуроскопа СЭМА в течение 8 часов. Погрешность измерения временного интервала, мкс	31,25 ± 0,02 125 ± 0,02 500 ± 0,02 62,5 ± 0,02 250 ± 0,02 1000 ± 0,02		

Заключение:

На основании результатов первичной/периодической поверки структуроскоп СЭМА соответствует описанию типа и признан пригодным к применению.

Поверитель: _____
(должность, Ф.И.О.)

“ ____ ” _____ 200 ____ г. _____
(подпись)